پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۵، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۶
ص ۱۲۷-۱۴۵

ارزیابی ژئومورفولوژیکی تناسب زمین برای گسترش کالبدی شهر سنندج با اعمال مناطق ممنوعه

هادی نیری * – استادیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه کردستان
ممند سالاری ـ استادیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه کردستان
حمید گنجائیان ـ کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه تهران
خبات امانی ـ کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱/۲۷ تأیید مقاله: ۱۳۹۶/۵/۱۷

چکیده

استقرار و پیدایش هر شهر بیش از هر چیز تابع شرایط و موقعیت جغرافیایی آن است؛ زیرا عوارض و پدیده‌های طبیعی در مکان‌گزینی، حوزهٔ نفوذ، توسعهٔ فیزیکی و فرم شهری اثر قاطعی می‌گذارند. تحقیق حاضر با هدف پتانسیل‌سنجی توسعهٔ کالبدی شهر سنندج، ابتدا موانع و محدودیت‌های موجود را شناسایی کرده، سپس نواحی مناسب و نامناسب برای توسعهٔ شهری را تفکیک می‌کند. به‌منظور انجام پژوهش حاضر از ابزارهایی مانند نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، اسناد، گزارش‌ها، کتاب‌های موجود و همچنین لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز استفاده شده است. برای نیل به اهداف تحقیق، ابتدا عوامل مهم مؤثر در شکل‌گیری شهرها ازجمله شیب، جهت شیب، ارتفاع، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه و فاصله از نقاط شهری بررسی شده و نواحی‌ای که ازنظر این پارامترها در محدودیت قرار دارند، مشخص شدند. در ادامه، پس از تشخیص نواحی ممنوعه، سایر محدوده‌های منطقهٔ مورد مطالعه با استفاده از مدل‌های منطق فازی و AHP به سه ردهٔ نسبتاً مناسب، مناسب و بسیار مناسب تقسیم شد. نتایج نشان می‌دهد که ۳۶درصد از مساحت نقشه، منطقهٔ ممنوعه بوده و برای توسعهٔ شهری مناسب نیست. نتایج تحلیلی‌تر بیانگر آن است که پهنهٔ برآوردشدهٔ مناطق ممنوعه نسبتاً زیاد است و با آنکه غالباً منطبق بر پهنه‌های پیرامونی است، بخشی از نواحی داخلی محدودهٔ مورد مطالعه را نیز شامل می‌شود. این مسئله که ناشی از شرایط توپوگرافیک و نیز تکتونیکی خاص منطقه است، بیانگر اهمیت ارزیابی‌های محیطی و ژئومورفولوژیکی در مدیریت صحیح‌تر شهری است. سایر پهنه‌های مطالعاتی به ترتیب ۲۵/۱درصد نسبتاً مناسب، ۲۳/۷درصد مناسب و ۱۵/۲درصد پهنهٔ بسیار مناسب برآورد شده‌اند.

پهنه‌های موجود به دلیل رویکرد سیستمی موجود در پژوهش و به تبع آن، ارزیابی متغیرهای تأثیرگذار مرتبط، قابلیت کاربری دارند. به بیانی می‌توان گفت تراکم بیشتر اراضی بسیار مناسب در محل کنونی شهر سنندج و اطراف آن به دلیل شرایط طبیعی و انسانی درخور توسعهٔ شهری است. باوجوداین ضرورت درنظرگرفتن و اعمال این ارزیابی‌های سیستمی محیطی در مدیریت شهری درخور توجه است.

کلیدواژه‌ها: توسعهٔ شهری، تناسب زمین، مناطق ممنوعه، سنندج.

---

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۳۰۵۹۸۷۹ E- mail: nayyerihadi@yahoo.com
سنندج، بلوار پاسداران، دانشگاه کردستان، دانشکدهٔ منابع طبیعی، گروه ژئومورفولوژی، کد پستی: ۱۵۱۷۵-۶۶۱۷۷

مقدمه و مبانی نظری

شهرهای جهان سوم در سال‌های اخیر با مشکلات زیادی ازجمله افزایش جمعیت، مهاجرت بی‌رویه و به تبع آن افـزایش ساخت‌وسازهای نامتناسب با قابلیت‌های محیطی شهر روبه‌رو بوده‌اند. این توسعهٔ نـاهمگون، آسـیب‌پـذیری شـهرها را در مقابل مخاطرات موجود چندین برابر کرده است. هر شهر باتوجه‌به شرایط خاص خود تحت‌تأثیر یک یا چند عامل توسـعه می‌یابد؛ اما واقعیت این است که ساختار توسعهٔ فضایی و کالبدی شهرها بسیار پیچیده است و این مشکل مانع بسـیاری از تلاش‌ها برای تحلیل و نیز برقراری ارتباط مفید و مؤثر بین سیاست‌ها و طرح‌های مصوب شـهری شـده اسـت. بنـابراین شناخت ساختار طبیعی ناحیه از طرفی می‌تواند باعث افزایش درک از محیط گشته و از طرف دیگر امکان هرگونه حرکـت سنجیده و اندیشیده را در محـیط، از سـوی انسـان، در قالـب سیستمی منظم فراهم می‌کند. پس شناخت اجزا و عناصر و عوامل سازندهٔ مؤثر در محیط، لازمه و پـیش شرط هرگونه حرکت اندیشیده ازطرف انسان است که برای اعمال مـدیریت بر محیط صورت می‌گیرد (سرور، ۱۳۸۷: ۲۳۳).

استقرار و پیدایش هر شهر بیش از هر چیز تابع شرایط و موقعیت جغرافیـایی آن اسـت؛ زیـرا عـوارض و پدیـده‌هـای طبیعی در مکان‌گزینی، حوزهٔ نفوذ، توسعهٔ فیزیکی و مورفولوژی شهری اثر قاطعی مـی‌گذارنـد. پدیـده‌هـای طبیعـی گـاه به‌عنوان عوامـل مثبت و گاه به‌عنوان عوامل منفی و بازدارنده عمل می‌کننـد (قرخلـو، ۱۳۹۰: ۵۳-۵۲). تهدیـدات موانـع محیطی می‌تواند باعث واردشدن خسارت به زیرساخت‌های شـهری در قالـب سـازه‌هـای مسـکونی، تجـاری، صـنعتی و همچنین حمل‌ونقل، مخابرات، انرژی، آب و درمان شود (گونرالپ[1] و همکاران، ۲۰۱۵: ۲۱۸). لذا هر توسعه‌ای در منـاطق طبیعی باید با برنامه‌ها، طرح‌های مدیریتی و ناحیه‌بندی مناسب صورت گیرد تا بتوان در کنـار اسـتفادهٔ مـردم از منطقـه، ارزش‌های طبیعی آن را حفظ کرد و به این وسیله به بهره‌برداری مستمر از منطقه نائل شد (پـرورش و همکـاران، ۱۳۸۹: ۲۸). برای نیل به این هدف برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری توسط متخصصانی ازجمله زیاری (۱۳۸۳) مطرح می‌شـود که از جنبه‌های اصلی ساخت شهر بوده و در پی نابسامانی‌ها، مسائل و مشکلات شهرها به آن توجه شده اسـت. ارزیـابی تناسب اراضی، فرایند تعیین قابلیت یک قطعه زمین مشخص برای تخصیص یک کاربری معین است و نشان می‌دهد که یک قطعه زمین واقع در یک محدوده تا چه اندازه‌ای با نیازمندی‌های نوعی کاربری خاص مطابقت دارد. بـه نحـوی کـه کاربری اختصاص‌یافته حداکثر کارایی را داشته باشد و نیازمندی شـهری را بـه‌صـورت بهینـه تـأمین کنـد (میرکتـولی و حسینی، ۱۳۹۳: ۷۰). در این زمینه اختصاصات محیطی و به‌ویژه ژئومورفولوژیکی در راستای مدیریت بهینـهٔ پهنـه‌هـای محیطی و فضای موجود بسیار درخور توجه هستند و نقش مهمی ایفا می‌کنند. به عبارتی، ارزیابی‌های محیطی مبتنی بـر دید ژئومورفولوژیک با نگاه موجود فرم و فرایند، به‌عنوان نوعی ضرورت در راستای مدیریت محیطی موجـود شـهر و نیـز توسعه‌های آتی آن هستند. بر همین اساس و با توجه به اهمیت موضوع دربارهٔ پهنه‌بنـدی زمـین بـرای توسـعهٔ شـهری، تحقیقات بسیاری در داخل و خارج از کشور به‌صورت بینابینی و با روش‌ها و تکنیک‌های مختلف انجام گرفته است که در ادامه به‌صورت اجمالی به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود:

سـادهیرا[2] و همکـاران (۲۰۰۴) پویـایی و مدل‌سازی گسترش شهری را با کمک GIS در شهر منگـاور هنـد بررسـی

1. Guneralp
2. Sudhira

کرده و نوع گسترش آیندهٔ شهر را پیش‌بینی کردند. چانگ[1] (۲۰۰۸) با استفاده از ترکیب GIS و مدل تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ فازی، زمین‌های مستعد را برای استقرار جنگل شهری در هارلینگن شناسایی کرد.

لیو[2] و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و مشاهدهٔ میدانی، با ترکیب معیارهای فیزیکی مانند آب و هوا، هیدرولوژی، توپوگرافی و خاک و پوشش گیاهی در کوهستان‌های کوین لاینگ در چین تناسب زمین را مشخص کرده و کاربری بهینه را پیشنهاد کردند.

فرناندز[3] (۲۰۰۹) در رسالهٔ دکتری خود با عنوان «اطلاعات جغرافیایی برای اندازه‌گیری میزان آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله»، به ارزیابی نقش اطلاعات و داده‌های جغرافیایی در مطالعات مربوط به اندازه‌گیری آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله اشاره کرد و با توجه به زیرساختار داده‌های مکانی به پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری اجتماعی و کالبدی در شهر مدیلین واقع در کشور کلمبیا پرداخت. با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات متعدد دیگری در بازه‌های زمانی جدیدتر انجام گرفته است که از آن‌ها می‌توان به مطالعات عادلی و خورشیددوست[4] (۲۰۱۱)، تاپا[5] (۲۰۱۲)، لاریبی[6] و همکاران (۲۰۱۵)، احدنژاد[7] و همکاران (۲۰۱۶)، کوستیا[8] (۲۰۱۶)، تران[9] و همکاران (۲۰۱۶) و نیز دل مونته[10] و همکاران (۲۰۱۶) اشاره کرد کرد که در سطح نواحی مختلف شهری در سطح دنیا و با نگاه مدیریتی مبتنی بر پایش محیط‌های شهری در ارتباط با توسعهٔ فیزیکی و نیز تعیین کاربری‌های مناسب با استفاده از تکنیک‌های متداول انجام شده‌اند.

همچنین در داخل کشور کرم و همکاران (۱۳۹۲) به تعیین پهنه‌های مناسب برای توسعهٔ شهری شهرستان ماکو با استفاده از پارامترهای طبیعی پرداختند و دریافتند که ۶/۵۵درصد کل محدودهٔ مورد مطالعه در طبقهٔ بسیار مناسب و ۱۶/۱۸درصد را محدودهٔ بسیار نامناسب در بر می‌گیرد.

ستایشی نساز و همکاران (۱۳۹۳) تنگناهای ژئومورفولوژیکی شهر گیوی و نقش آن در توسعهٔ فیزیکی شهر را با استفاده از GIS و تحلیل سلسله‌مراتبی ارزیابی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که شمال شهر غرب و غرب شهر شرایط مناسبی برای اهداف توسعهٔ شهری دارند. همچنین مناطق شرقی به دلیل محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی موجود در آن، شرایط نامناسبی برای توسعهٔ شهری دارد.

شناور و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی توان سرزمین در حوضهٔ آبخیز زرد خوزستان، به‌منظور استقرار کاربری توسعهٔ شهری با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار در محیط GIS پرداختند و دریافتند که بین معیارهای تحت بررسی نقاط زلزله‌خیز، کاربری اراضی و خاک‌شناسی اهمیت بیشتری را داشته‌اند. درنهایت الگویی را برای انتخاب مکان‌های مناسب توسعهٔ شهری باتوجه‌به ملاحظات محیط زیستی ارائه دادند.

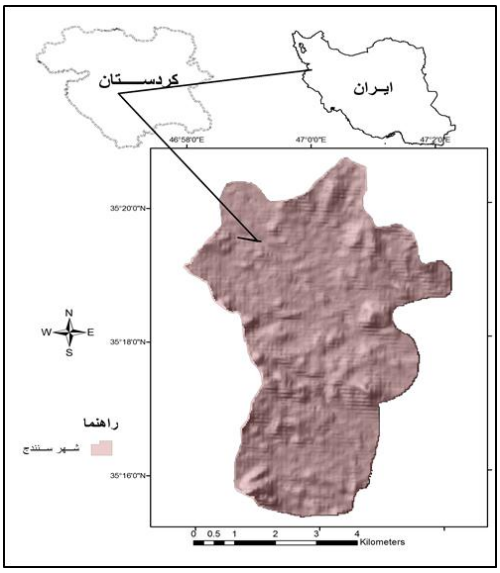
نیری و همکاران (۱۳۹۵) به پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر سنندج ناشی از خطر زلزله با استفاده از دو مدل

1. Chang
2. Liu
3. Fernandez
4. Adeli & Khorshiddost
5. Thapa
6. Laribi
7. Ahadnejad
8. Costea
9. Tran
10. Del Monte

تحلیل سلسله‌مراتبی و مدل تاپسیس پرداختند. آن‌ها در مجموع پانزده متغیر تأثیرگذار طبیعی و کالبدی و اجتماعی را در نظر گرفتند و درنهایت با مقایسهٔ نتایج دو مدل به این نتیجه رسیدند که پهنه‌های آسیب‌پذیری تقریباً مشابه همدیگر هستند. با این تفاوت که بر اساس مدل تحلیل سلسله‌مراتبی، مناطق دارای آسیب‌پذیری بسیار زیاد، دارای درصد و پراکندگی کمتری نسبت به مدل تاپسیس هستند. اما در مجموع مشخص شد که نواحی دارای بیشترین آسیب‌پذیری در شمال شهر قرار گرفته‌اند. از سایر مطالعات مرتبط می‌توان به پژوهش‌های نگارش (۱۳۸۲)، صفاری و همکاران (۱۳۹۳)، امینی ورکی و همکاران (۱۳۹۳) و نوروزی خطیری و همکاران (۱۳۹۲) اشاره کرد. باتوجه‌به اهمیت مسئله، پژوهش حاضر با نگرش جدید و بینابینی، ابتدا مناطق ممنوعهٔ شهر سنندج را باتوجه‌به ویژگی‌ها و پارامترهای اثرگذار بر توسعهٔ شهری مانند شیب، جهت شیب، ارتفاع، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه و فاصله از نقاط شهری مشخص کرده، سپس سایر قسمت‌های باقی‌مانده را برای مکان‌گزینی شهر در آینده پهنه‌بندی می‌کند.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مطالعاتی: شهر سنندج مرکز استان کردستان بوده که ازطرف شمال با شهرستان دیواندره، از شمال غرب با شهرستان سروآباد، ازطرف شرق با دهگلان و ازطرف جنوب با شهرستان کامیاران هم‌مرز است. ازنظر عناصر اقلیمی میانگین دمای سالانه در ایستگاه سنندج در دوره‌ای ۵۰ساله ۱۳/۷۴ درجهٔ سانتیگراد و میانگین بارش نیز ۴۵۰میلیمتر بوده است. ازنظر توپوگرافی محدودهٔ شهری سنندج در قسمت مرکزی حوضهٔ آبریز قشلاق قرار گرفته و در بیشتر نواحی اطراف آن با کوه‌ها و ارتفاعاتی احاطه شده است (نقشهٔ توپوگرافی محدودهٔ مطالعاتی). همچنین رخنمون سنگ‌های شیل و مارن در این محدوده سبب ایجاد تپه‌ماهورهایی شده که از سویی توسعهٔ فیزیکی شهر را با مشکل مواجه کرده و از سوی دیگر نمای مورفولوژیکی خاصی به شهر می‌بخشد که سنندج را به شهر تپه‌ماهورها مشهور کرده است (نقشهٔ زمین‌شناسی محدودهٔ مطالعاتی).



شکل ۱. موقعیت محدودهٔ مطالعاتی

روش تحقیق: در این تحقیق به‌منظور بررسی و پهنه‌بندی مناطق مساعد برای توسعهٔ شهری از هشت پارامتر شیب، جهت شیب، ارتفاع، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه و فاصله از نقاط شهری به‌عنوان عوامل مؤثر در مسئلهٔ تحقیق استفاده شده است. همچنین به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و مکان‌گزینی مناطق مستعد برای اهداف مورد نظر، از روش مناطق ممنوعه و مدل‌های منطق فازی و AHP استفاده شده است. در ادامه به تشریح روند تجزیه‌وتحلیل با استفاده از هرکدام از روش‌ها پرداخته شده است.

روش مناطق ممنوعه: به‌منظور مکان‌گزینی سکونتگاه‌ها روش‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود و درنهایت مکان بهینه بر اساس معیارهای مورد نظر انتخاب می‌شود؛ ولی همیشه مناطق بهینه ازنظر تمامی معیارها مناسب نیستند. در واقع ممکن است ازنظر اکثر معیارها مناسب باشند، ولی ازنظر یک معیار یا بیشتر از یک معیار نامناسب باشند. برای مثال ممکن است در یک پهنه‌بندی ده معیار مورد نظر باشد و یک منطقه که در حریم گسل قرار دارد، ازنظر نُه معیار دیگر وضعیت مناسبی داشته باشد. درنتیجه این باعث می‌شود که منطقه‌ای که در حریم گسل قرار دارد، در پهنه‌بندیِ صورت‌گرفته در طبقهٔ مناسب قرار گیرد. بنابراین در تحقیق حاضر به‌منظور اینکه مناطقی که در طبقات مناسب قرار می‌گیرند، ازنظر تمامی معیارها تناسب لازم را داشته باشند، از روش مناطق ممنوعه استفاده شده است. برای این منظور ابتدا مناطق ممنوعه که تناسبی برای اهداف توسعهٔ شهری ندارند، مشخص شده است. سپس برای مناطقی که خارج از مناطق ممنوعه قرار دارند، عمل پهنه‌بندی با استفاده از مدل تلفیقی منطق فازی و AHP صورت گرفته است.

مدل تحلیل سلسه‌مراتبی (AHP): امروزه در بسیاری تصمیم‌گیری‌ها از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده می‌شود. در این بین تحلیل سلسله‌مراتبی به‌عنوان روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بیش از سایر روش‌ها در تصمیم گیری استفاده شده است که بر پایهٔ سه اصل تجزیه و قضاوت مقایسه‌ای و ترکیب اولویت‌هاست (مالچفسکی، ۱۳۹۲: ۳۶۴). بنا به نظر بسیاری از محققان ازجمله تولگا[1] (۲۰۰۴)، مدل تحلیل سلسله‌مراتبی چه در واقعیت و چه در تئوری، در فرایند حل مشکلات راهبردی به کار گرفته می‌شود. بیشتر هم از این نظر مهم است که زمینه‌ای را برای تحلیل و تبدیل مسائل پیچیده به سلسله‌مراتبی منطقی و ساده فراهم می‌آورد که برنامه‌ریز بتواند ارزیابی گزینه‌ها را با کمک معیارها و زیرمعیارها به‌راحتی انجام دهد و همچنین امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌ها را نیز فراهم آورد (زبردست،۱۳۸۰: ۱۶-۱۵). بر این اساس در تحقیق حاضر به‌منظور اولویت‌بندی معیارها و تعیین وزن‌های هرکدام از آن‌ها از مدل AHP استفاده شده است. برای این منظور از نظریات کارشناسان مربوطه استفاده شده است و سپس مقایسهٔ زوجی معیارها و وزن نهایی هرکدام از آن‌ها به دست آمده است.

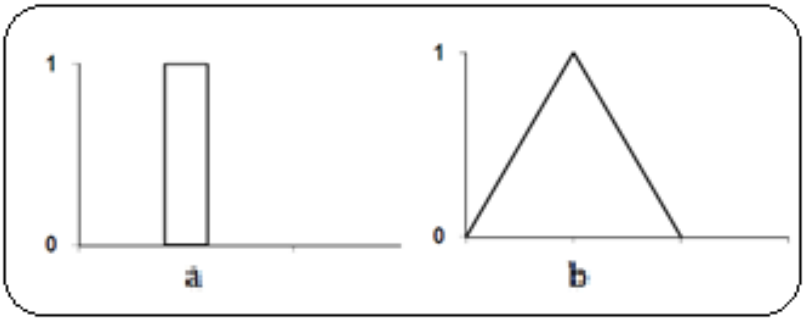
مدل منطق فازی: در منطق کلاسیک درجهٔ عضویت برای همهٔ اجزا در گروه یک قرار دارد و تمام اجزا ارزش مشابهی برای سیستم دارند. به عبارت دیگر در منطق بولین، عضویت یک عنصر در یک مجموعه به‌صورت صفر (عدم عضویت) و یک (عضویت) بیان می‌شود؛ اما در منطق فازی، قطعیت موجود در منطق بولین وجود ندارد و میزان عضویت

1. Tolga

یک عنصر در یک مجموعه، با مقدار در بازه یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت کامل) تعریف می‌شود (لین[1] و همکاران، ۱۹۹۶)

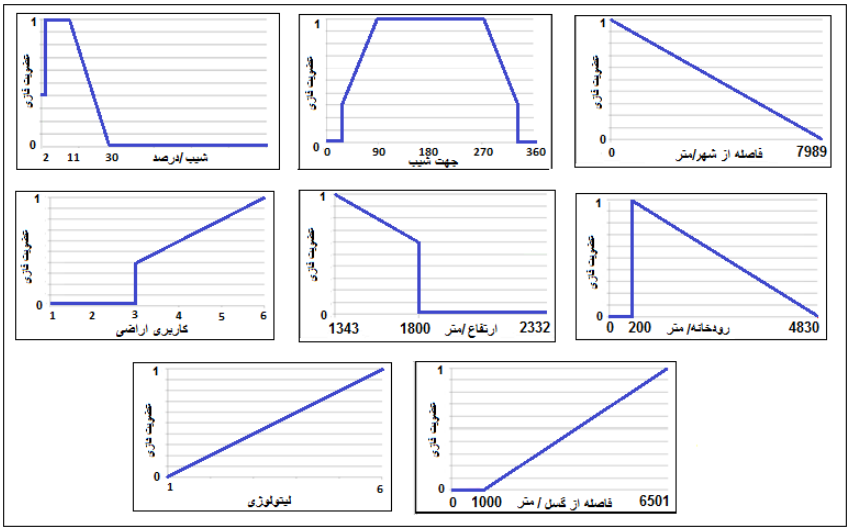
رابطهٔ ۱: $A = \{x_1, \mu_A(x) | x \in X\} \quad 0 \leq \mu_{A(x)} \leq$

درجهٔ عضویت‌پذیری، اجتماع و اشتراک، متمم، ضرب، جمع و گاما، توان‌های اساسی این مدل تلفیق محسوب می‌شوند. درجهٔ عضویت معمولاً با یک تابع عضویت بیان می‌شود که شکل تابع می‌تواند به‌صورت خطی، غیرخطی، پیوسته یا ناپیوسته باشد. شکل ۱ مثالی از تابع عضویت در دو روش منطق فازی و منطق کلاسیک را نشان می‌دهد.



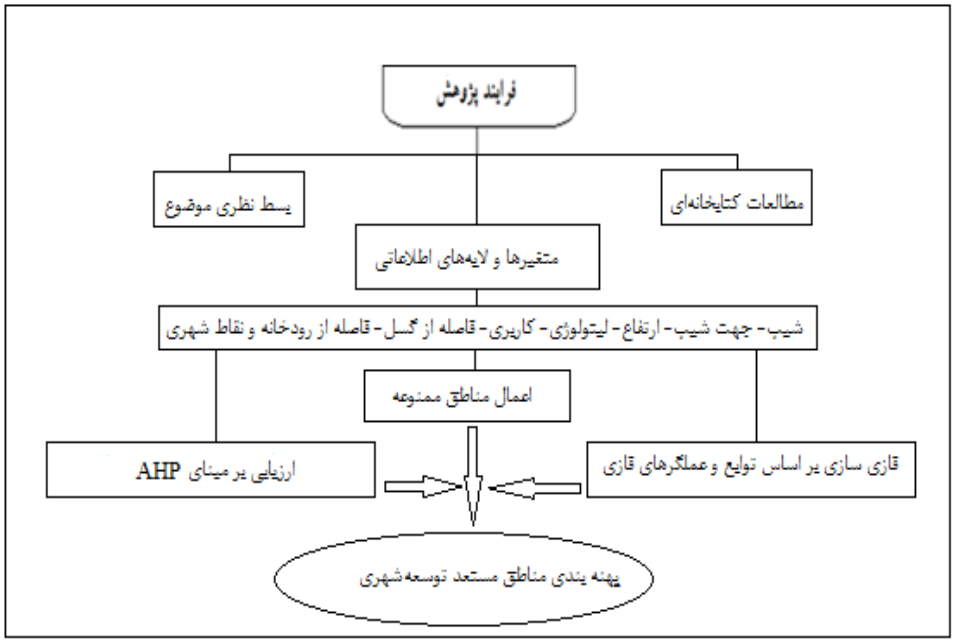
شکل۲. توابع عضویت در روش کلاسیک و منطق فازی

توابع عضویتی که معمولاً بیشتر استفاده می‌شوند عبارت است از S ، J و خطی. توابع ذکرشده در محیط GIS وجود دارد و علاوه بر این توابع، کاربر می‌تواند باتوجه‌به نیاز خود، تابع را نیز تعریف کند. در این پژوهش تابع عضویت برای لایه‌ها به‌صورت خطی تعریف شده است (شکل ۳).



شکل ۳. تابع عضویت فازی لایه‌های اطلاعاتی

1. Lin



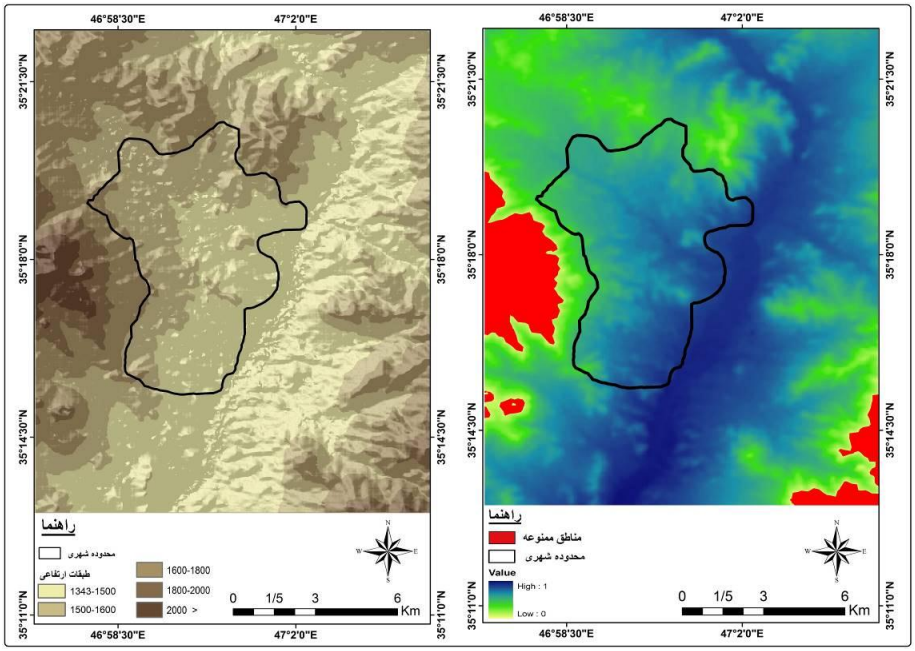
شکل ۴. چارچوب کلی فرایند پژوهش

بحث و نتایج

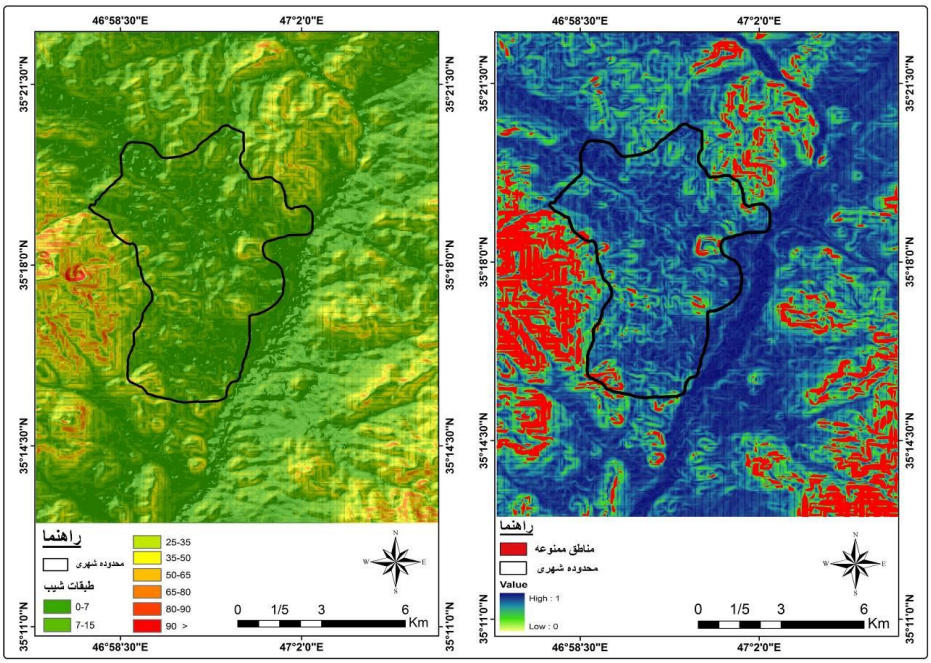
به‌منظور مکان‌گزینی مناطق مساعد توسعهٔ شهری بر اساس یک الگوی سیستمی محیطی در منطقهٔ مورد مطالعه، هشت پارامتر شاخص انتخاب شدند و با تأکید بر محور مطالعاتی که اعمال مناطق ممنوعه در راستای مدیریت بهینهٔ سکونتگاهی و شهری است، در ادامه واکاوی شدند.

ارتفاع: ازنظر توپوگرافی، چشم‌انداز شهر سنندج را کوه‌ها و تپه‌ها در بر گرفته‌اند و تپه‌های متعددی در داخل محدودهٔ شهری سنندج قرار دارند که روند و جهت توسعهٔ شهری را محدود کرده‌اند. از جملهٔ آن‌ها کوه آبیدر است که غرب محدودهٔ شهری را محدود کرده است. محدوده‌ای که در تحقیق حاضر در نظر گرفته شده است، بین ارتفاع ۱۳۴۳تا۲۳۳۲ متر از سطح دریا قرار دارد. با توجه به اینکه یکی از اهداف تحقیق حاضر اعمال مناطق ممنوعه است، از ارتفاع ۱۸۰۰ متر به بالا جزء مناطق ممنوعه در نظر گرفته شده است و تا ارتفاع ۱۸۰۰متری، با افزایش ارتفاع، از ارزش پیکسل‌ها کاسته می‌شود (شکل ۵).

شیب: پستی و بلندی زمین، جهت و میزان شیب ازجمله عوامل مهم و مؤثر در استقرار و مکان‌یابی شهرها، سامانهٔ حرکت آب‌های سطحی، چگونگی دفع فاضلاب‌های شهری و وضعیت شبکه‌بندی گذرگاه‌ها محسوب می‌شود (حبیبی و پوراحمد، ۱۳۸۴). یکی از ویژگی‌های شهر سنندج وجود شیب‌های پی‌درپی در محدودهٔ شهری است که این وضعیت بیان‌کنندهٔ محدودیت زیادی شهر سنندج ازنظر دسترسی به سطوح هموار است. در تحقیق حاضر، مناطق با شیب بیش از ۳۰درصد جزء مناطق ممنوعه قرار گرفته‌اند که این مناطق بیشتر مشتمل بر مناطق غرب، شمال شرق و جنوب شرق محدودهٔ مورد مطالعه است. همچنین مطابق نقشهٔ فازی‌شدهٔ وضعیت شیب محدوده، مناطقی که شیب کمتری دارند، دارای ارزش بیشتری هستند (شکل ۶).



شکل ۵. نقشهٔ طبقاتی و فازی‌شدهٔ وضعیت ارتفاعی



شکل ۶. نقشهٔ طبقاتی و فازی‌شدهٔ وضعیت شیب

جهت شیب: یکی از پارامترهای ژئومورفولوژیکی دیگر، جهات شیب است. جهات شیب در مناطق کوهستان و در فصول سرد باعث ایجاد محدودیت‌هایی ازجمله یخ‌بندان و اختلال در رفت‌وآمد می‌شود. بر این اساس در تحقیق حاضر جهات رو به جنوب ارزش بیشتری دارند و همچنین جهت شمال جزء مناطق ممنوعه قرار گرفته است (شکل ۷).

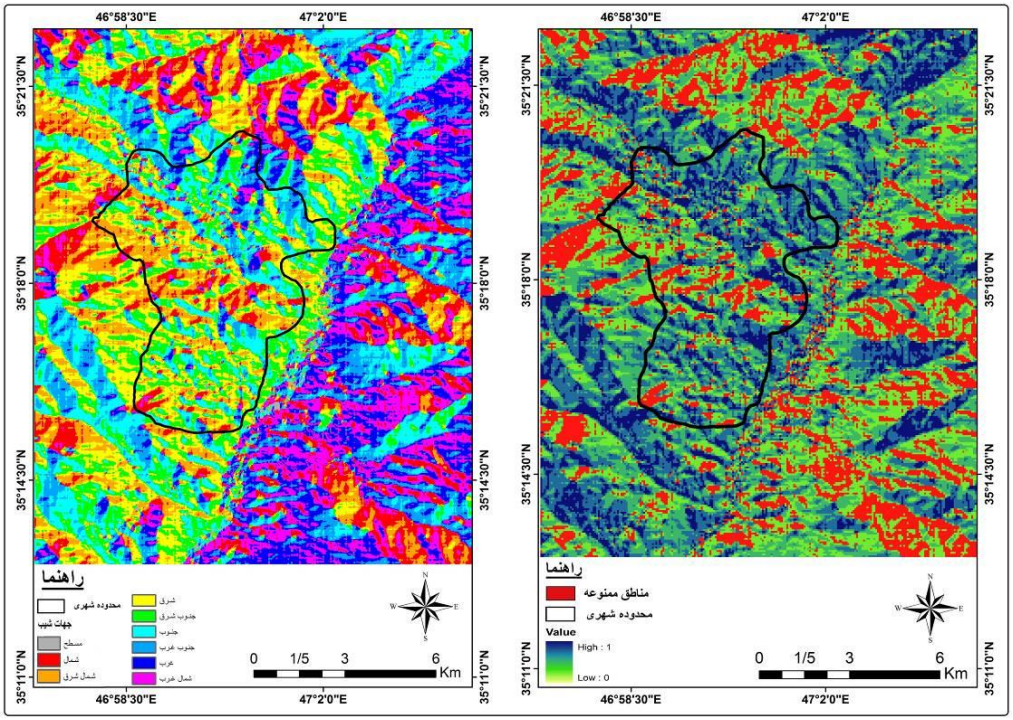
لیتولوژی: نوع و جنس سازندها و تشکیلات زمین‌شناسی بیشتر از این جهت اهمیت دارد که مواد اولیهٔ خاک، میزان و نوع استحکام مساکن و عملیات عمرانی در ارتباط با آن قرار می‌گیرد. بر این اساس عوامل زمین‌شناسی به‌طور

غیرمستقیم نقش مهمی در توزیع و استقرار سکونتگاه‌ها ایفا می‌کنند و شناخت این نقش و توجه بـه آن، در برنامـه‌ریـزی نقاط مسکونی و توسعهٔ سکونتگاه‌ها ضروری است. در تحقیق حاضر باتوجه‌به نحوهٔ پراکنش سازندها و اینکه نوع سازندها حداقل شرایط لازم برای اهداف توسعهٔ شهری را داشته باشند، مناطق ممنوعه اتخاذ شده اسـت. در جـدول ۱ بـر اسـاس تناسبی که برای اهداف مورد نظر دارند، سازندها ارزش‌گذاری و سپس فازی‌سازی شده‌اند. در شکل ۸ نقشـهٔ لیتولـوژی و فازی‌سازی وضعیت لیتولوژی نشان داده شده است.

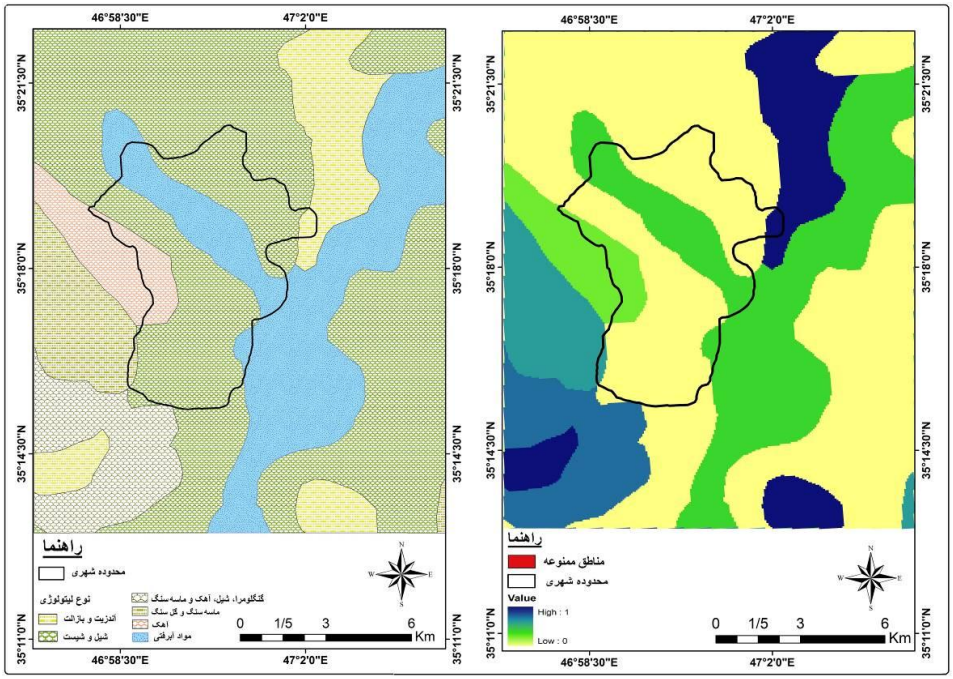
گسل: با توجه به قرارگیری شهر سنندج در زون سنندج – سیرجان، این منطقه جزء مناطق زلزله‌خیز کشور محسوب می‌شود؛ بنابراین توجه به خطوط گسلی در برنامه‌ریزی‌های عمرانی امری ضروری است. بر این اساس در تحقیـق حاضـر تا حریم ۱۰۰۰متری از خطوط گسلی، جزء مناطق ممنوعه در نظر گرفته شده است و از حـریم ۱۰۰۰متـری، بـا افـزایش فاصله از خطوط گسلی، ارزش پیکسل‌ها بیشتر می‌شود (شکل ۹).

جدول ۱. ارزش‌گذاری وضعیت لیتولوژی

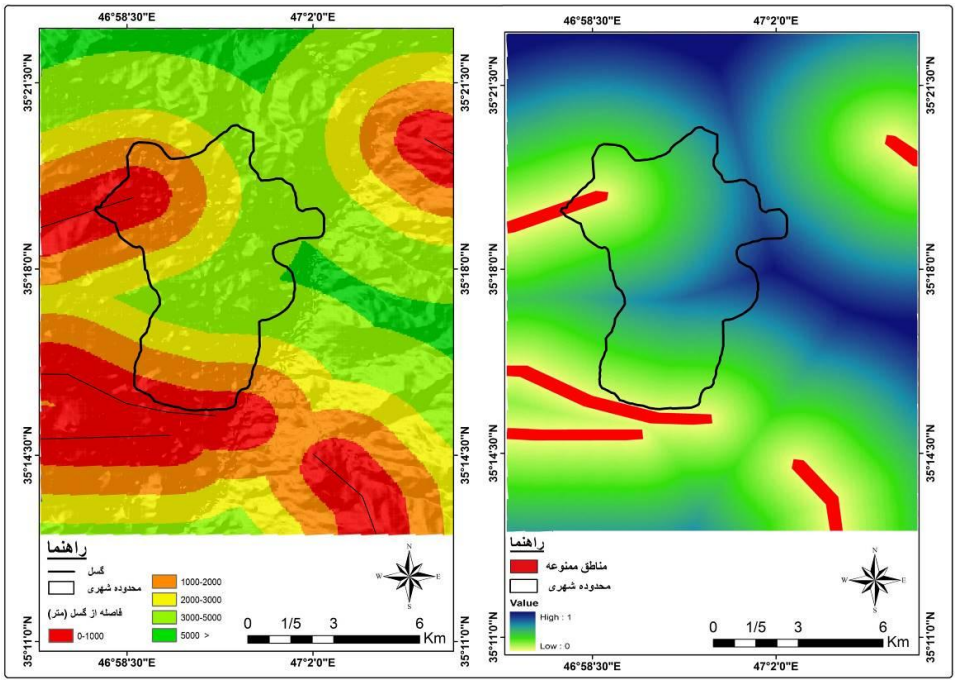
ردیف	نوع لیتولوژی	امتیاز
۱	شیل و شیست	۲
۲	آهک	۴
۳	آبرفت	۵
۴	ماسه سنگ و گل سنگ	۶
۵	کنگلومرا، شیل، ماسه سنگ و آهک	۷
۶	آندزیت و بازالت	۸



شکل ۷. نقشهٔ طبقاتی و فازی‌شدهٔ جهت شیب



شکل ۸. نقشهٔ طبقاتی و فازی‌شدهٔ لیتولوژی



شکل ۹. نقشهٔ طبقاتی و فازی‌شدهٔ فاصله از گسل

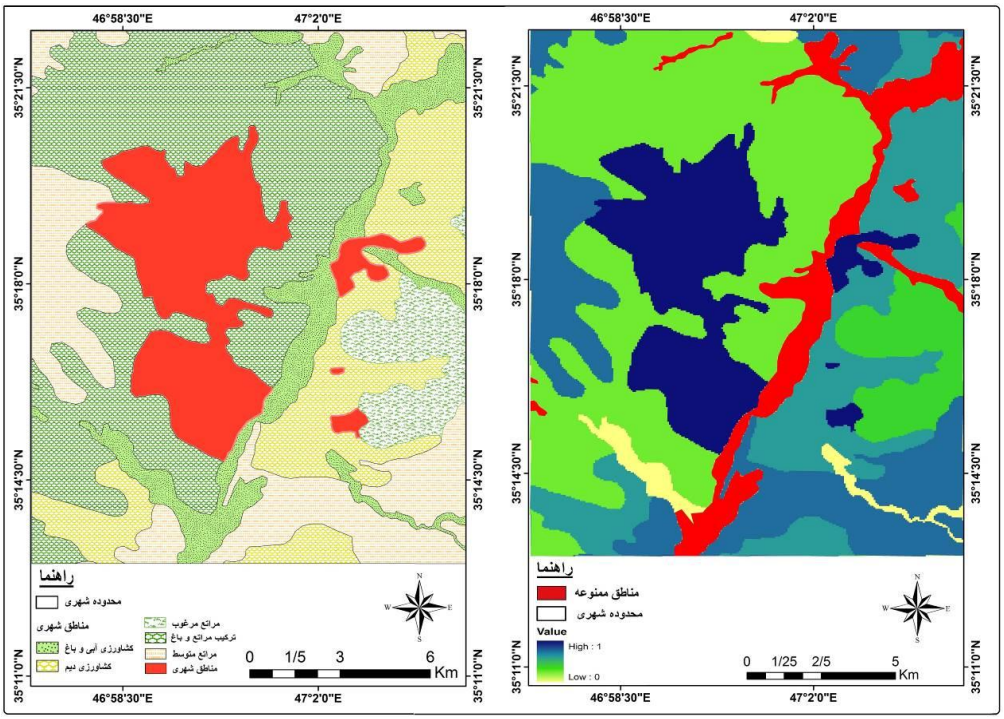
کاربری اراضی: گسترش شهری و تغییرات الگوهای کاربری زمین باعث ایجاد تأثیرات گستردهٔ اجتماعی و زیست‌محیطی می‌شود. این تأثیرات شامل کاهش فضاهای طبیعی، افزایش تجمع وسایل نقلیه، کاهش زمین‌های کشاورزی با توان تولید فراوان، تأثیر بر زهکش‌های طبیعی و کاهش کیفیت آب است. با تعیین محدوده‌های دقیق کاربری‌ها، مناطقی که به کشاورزی آبی و باغات اختصاص داده شده است، جزء مناطق ممنوعه محسوب می‌شود و باید

از امر شهرسازی خارج شوند و به کاربردهای دیگر اختصاص یابند (جدول ۲). شکل ۱۰ نقشهٔ طبقاتی و فازی‌شدهٔ کاربری اراضی محدودهٔ مورد مطالعه را نشان می‌دهد که با توجه به موارد مذکور، برنامه‌ریزی باید به‌گونه‌ای باشد که این اراضی کمتر دچار تخریب و تغییر کاربری شوند.

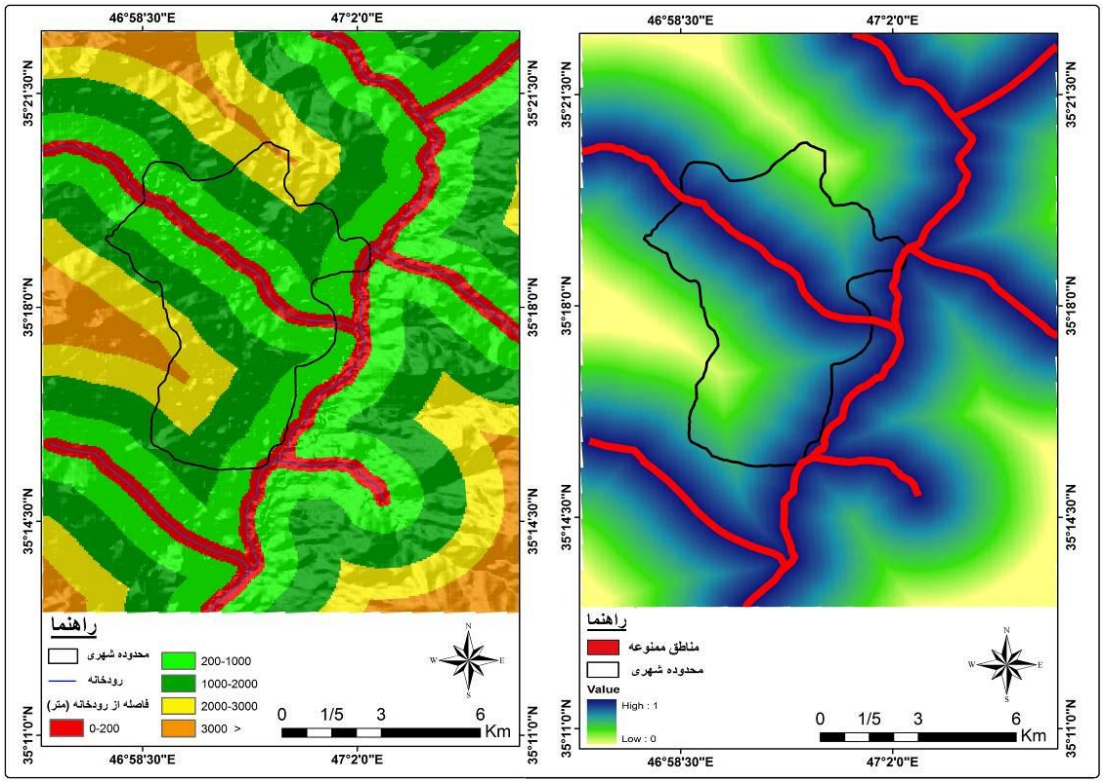
رودخانه: باتوجه‌به اینکه رودخانه‌ها یکی از عوامل مهم در جذب جمعیت و توسعهٔ شهری محسوب می‌شوند، یکی از معیارهای مؤثر در نظر گرفته شده‌اند. یکی از فاکتورهایی مهمی که برنامه‌ریزان شهری باید بـه آن توجـه کننـد، رعایـت حریم رودخانه‌هاست. رودخانهٔ قشلاق در شرق محدودهٔ مورد مطالعه قرار دارد که با توجه به دبی زیادی کـه دارد، حـریم ۲۰۰ متری برای آن در نظر گرفته شده است و خارج از آن مناطقی که به حریم رودخانه نزدیک‌تـر هسـتند، پیکسـل‌هـا ارزش بیشتری دارند (شکل ۱۱).

جدول ۲. ارزش‌گذاری وضعیت کاربری اراضی

ردیف	نوع کاربری	امتیاز
۱	کشاورزی آبی و باغ	۰
۲	ترکیب مراتع و باغ	۲
۳	مراتع مرغوب	۳
۴	کشاورزی دیم	۶
۵	مراتع متوسط	۷
۶	مناطق شهری	۹



شکل ۱۰. نقشهٔ طبقاتی و فازی‌شدهٔ کاربری اراضی

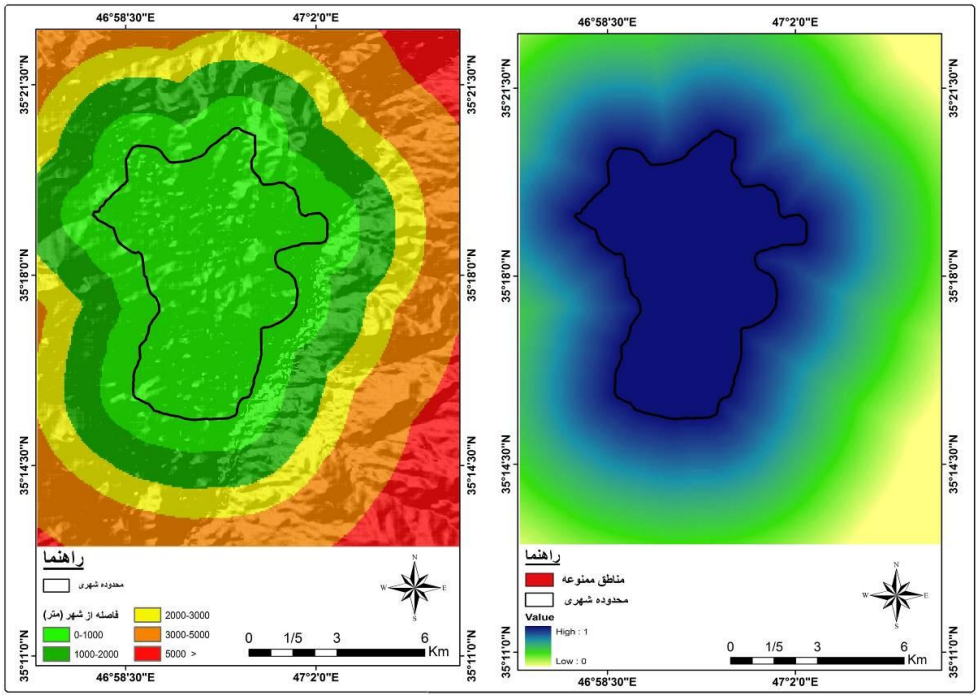


شکل ۱۱. نقشهٔ طبقاتی و فازی‌شدهٔ فاصله از رودخانه

فاصله از شهر: در روند گسترش نقاط مسکونی، فاصله از بافت و محدودهٔ کنونی نیز اهمیت دارد؛ چراکه عامل دسترسی به خدمات و امکانات مرکزی شهر مطرح می‌شود. بهترین مکان‌ها برای توسعهٔ سکونتگاه، مناطقی هستند که علاوه‌بر سایر شرایط، به محدودهٔ کنونی شهر یا محدودهٔ روستاهایی که به شهر خواهند پیوست، نزدیک باشند. در تحقیق حاضر برای لایهٔ فاصله از شهر، مناطق ممنوعه در نظر گرفته نشده است؛ اما با توجه به موارد مذکور دربارهٔ لایهٔ فاصله از محدودهٔ شهری، هرچه فاصلهٔ مورد بحث از مناطق شهری کمتر باشد، مناسب‌تر است. شکل ۸ نقشهٔ فاصله از محدودهٔ شهری سنندج و همچنین نقشهٔ فازی‌سازی‌شدهٔ آن را نشان می‌دهد که مطابق آن، مناطقی که به محدودهٔ شهری نزدیک هستند، بیشترین امتیاز را دارند (شکل ۱۲).

تعیین ضرایب و اهمیت معیارها با AHP

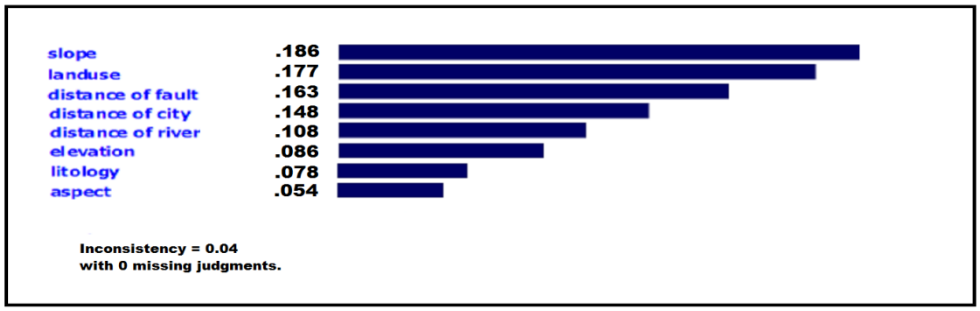
پس از به‌دست‌آوردن لایه‌های اطلاعاتی، برای وزن‌دهی به آن‌ها از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شده است. با هدف ارزیابی دقیق جامعهٔ آماری موجود متشکل از معیارهای هشت‌گانهٔ پژوهش، اقدام به تهیهٔ ماتریس مقایسه ای آن‌ها شامل هشت سطر و هشت ستون گردید و از پرسش‌نامه و دیدگاه‌های کارشناسان امر، برای تعیین رابطه و میزان اهمیت هریک از این معیارها و زیرمعیارها استفاده شد. برای انجام محاسبات از نرم‌افزار Expert Choise استفاده شده و پس از تشکیل ابر ماتریس‌ها، وزن‌ها یا ارزش‌های هر معیار برای اهداف مورد نظر به دست آمده است (شکل ۱۲).



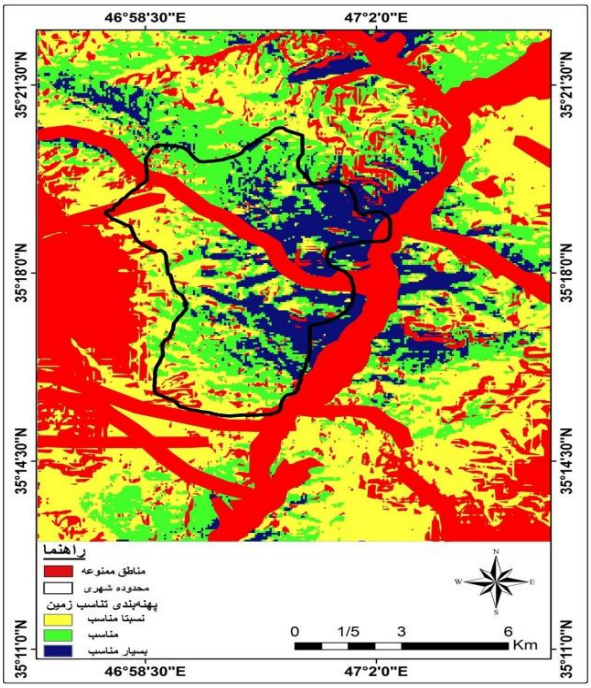
شکل ۱۲. نقشهٔ طبقاتی و فازی‌شدهٔ فاصله از محدودهٔ شهری

تلفیق و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی و پهنه‌بندی محدودهٔ مطالعاتی

پس از به‌دست‌آوردن وزن معیارها و مشخص‌کردن مناطق ممنوعه، لایه‌های اطلاعاتی تهیه و به‌صورت فازی‌شده و قابل مقایسه درآمدند. باتوجه‌به وزن نهایی معیارها و اعمال مناطق ممنوعه، لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS با هم ترکیب و تلفیق شده‌اند. به‌منظور تعدیل حساسیت بسیار زیاد عملگر فازی ضرب و همچنین حساسیت خیلی کم عملگر فازی جمع، از عملگر فازی گاما استفاده شده است. برای عملگر گاما از سه توان ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ استفاده شد و پس از تلفیق و ارزیابی هرکدام، درنهایت از گامای ۰/۹ استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمدهٔ حاصل از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و همچنین اعمال مناطق ممنوعه (شکل ۱۴) بیانگر این است که بخش زیادی از محدودهٔ مورد مطالعه جزء مناطق ممنوعه و فاقد تناسب برای اهداف مورد نظر هستند. این محدوده با آنکه غالباً منطبق بر پهنه‌های پیرامونی و حواشی محدودهٔ مطالعاتی است، پراکندگی محدودتر و به‌صورت پهنه‌های کوچک‌تر را در سطح نواحی داخلی نیز دارد. از طرفی پهنه‌های نسبتاً مناسب تا مناسب و بسیار مناسب نیز در سطح محدودهٔ مطالعاتی پراکنش درخور توجهی دارند. نتایج حاصل از وزن‌دهی معیارها و نیز پهنه‌بندی مبتنی بر آن گویای پتانسیل مناسب مناطق مرکزی نسبت به مناطق پیرامونی در ارتباط با اهداف توسعهٔ شهری و نیز کاربری‌های مرتبط با آن است. نکتهٔ شایان توجه، تأثیرگذاری مؤلفه‌های توپوگرافیک همچون شیب و ارتفاع و نیز مؤلفه‌های نئوتکتونیک همچون گسل‌ها و خطواره‌های گسلی به‌عنوان عامل تأثیرگذار در تناسب و انطباق محدودهٔ مطالعاتی است. این مسئله ضرورت ارزیابی‌های محیطی را با رویکرد سیستمی که در این پژوهش مورد تأکید بود، بیشتر می‌کند.



شکل ۱۳. وزن نهایی معیارها



شکل ۱۴. نقشهٔ پهنه‌بندی مناطق مستعد توسعهٔ شهری

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر جوانب مختلف توسعهٔ شهری شهر سنندج از جهات مختلف و با استفاده از پارامترهای طبیعی بررسی شد. برای این کار ابتدا نواحی ممنوعهٔ توسعه از جوانب مختلف مشخص شد و سپس با استفاده از مدل AHP، نواحی‌ای که خارج از منطقهٔ ممنوعه قرار داشتند، برای کاربری‌های شهری پهنه‌بندی شدند. ازنظر ارتفاع نواحی، بیشتر از ۱۸۰۰ متر در منطقهٔ ممنوعه قرار می‌گرفت که کوه آبیدر بارزترین این نواحی است و در قسمت غربی شهر سنندج به‌شدت عرصه را برای توسعهٔ شهری محدود کرده است. البته در قسمت‌های جنوب شرقی نیز از این نظر محدودیت‌هایی برای توسعه وجود دارد.

ازنظر شیب، با توجه به اینکه اراضی با شیب بیشتر از ۳۰درصد، منطقهٔ ممنوعه به حساب آمده‌اند، دامنه‌های کوه آبیدر

به‌علاوهٔ قسمت‌های شمال شرقی و جنوب غربی شهر سنندج از این نظر نامناسب ارزیابی شده‌اند. بدون تردید آفتاب‌گیرنبودن دامنه‌های شمالی شرایط را برای توسعهٔ شهری در این نواحی محدود می‌کند؛ لذا این دامنه‌ها نیز در محدودهٔ ممنوعه قرار می‌گیرند. پراکندگی این دامنه‌ها در نواحی‌ای که شیب زیادی دارند، بیشتر به چشم می‌خورد.

ازنظر لیتولوژی نیز سازندهایی که استحکام کمی دارند، مانند شیل و شیست، در منطقهٔ ممنوعه قرار می‌گیرند؛ چون شهرسازی روی این سازندهای سست پیامدهای ناگواری به همراه دارد. اما سازندهای مستحکم نظیر آندزیت و بازالت امتیاز بیشتری را برای شهرسازی در بر می‌گیرند. باتوجه‌به نقشهٔ لیتولوژی شهر سنندج می‌توان دریافت که به‌دلیل کوهستانی‌بودن این منطقه، غالب سازندها استحکام کافی را برای توسعهٔ شهری دارند و منطقهٔ ممنوعهٔ چشمگیری از این نظر به چشم نمی‌خورد. گسل نیز نوعی محدودیت برای توسعهٔ شهری است. به همین دلیل فاصلهٔ کمتر از ۱۰۰۰ متر از خطوط گسلی، منطقهٔ ممنوعه محسوب شده است. در قسمت جنوبی و شمال شرقی شهر سنندج از این نظر محدودیت هایی به چشم می‌خورد؛ اما سایر نواحی از مصونیت نسبی از این نظر برخوردارند. درزمینهٔ کاربری، اراضی زمین‌های کشاورزی و مزارع برای توسعهٔ شهری ممنوع در نظر گرفته شده‌اند که این نواحی بیشتر به کناره‌های بستر رودخانهٔ قشلاق در شرق شهر سنندج محدود می‌شود.

رودخانه‌های نواحی شهری هم ازجمله دیگر محدودیت‌های توسعهٔ شهری هستند. فاصلهٔ ۲۰۰متری از آن‌ها برای توسعهٔ شهر، مناسب ارزیابی شده است. مهم‌ترین رودخانهٔ این محدوده قشلاق است که شاخه‌های صلوات‌آباد، گریاشان و حسن‌آباد در محدودهٔ شهر سنندج به آن منتهی می‌شوند.

درنهایت کل محدودهٔ مورد بررسی با مساحت ۲۰۸ کیلومتر مربع ارزیابی شده و در سه ردهٔ نسبتاً مناسب، مناسب و بسیار مناسب قرار گرفته است. به دلیل کوهستانی‌بودن و ارتفاع زیاد منطقه و به تبع آن شیب زیاد همراه با عبور رودخانه‌ها و وجود گسل‌های متعدد، مناطق ممنوعه برای توسعهٔ شهری بیشترین مساحت را در بر گرفته و ۳۶درصد از مساحت نقشه را شامل می‌شوند. مناطق نسبتاً مناسب برای توسعه در ردهٔ دوم قرار گرفته و ۲۵/۱درصد هستند که غالباً قسمت‌های جنوبی و شرقی نقشه هستند. حدود ۲۳/۷درصد از مساحت کل منطقهٔ تحت بررسی به اراضی مناسب توسعهٔ شهری تعلق گرفته است که در قسمت‌های شمالی رخنمون بیشتری دارد. درنهایت ۱۵/۲درصد مساحت نقشه، نواحی بسیار مناسب توسعهٔ شهری را در بر گرفته است که بیشتر قسمت‌های مرکزی نقشه، یعنی محل کنونی شهر سنندج را پوشش می‌دهد. ازجمله پارامترهای تأثیرگذار در این زمینه فاصله از مراکز خدماتی و تجاری است که یکی از فاکتورهای مورد نظر تحقیق حاضر است. از آنجا که پهنه‌بندی اراضی برای توسعهٔ شهری و تشخیص مناطق مستعد با استفاده از چندین لایهٔ اطلاعاتی و امتیازدهی آن‌ها با نظریات کارشناسان صورت می‌گیرد، ممکن است محدوده‌ای ازلحاظ یک عامل کاملاً مناسب ارزیابی شود، اما ازنظر شاخصی دیگر در محدودهٔ خطر باشد. وجه تمایز این پژوهش با سایر مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه در این است که ابتدا نواحی ممنوعه در ارتباط با تمام پارامترهای اثرگذار را مشخص کرده، سپس اقدام به پهنه‌بندی می‌کند که در این صورت مسئلهٔ فوق برطرف می‌شود.

با مقایسهٔ نتایج حاصل از پژوهش حاضر با نتایج سایر مطالعات در ارتباط با پهنه‌بندی شهر سنندج بر مبنای مدل‌های دیگر همچون تاپسیس و تحلیل سلسله‌مراتبی، در برخی موارد همخوانی و در بعضی موارد نیز تناقض وجود دارد. برای

نمونه محدودهٔ شمال غربی شهر سنندج به‌عنوان محدودهٔ منطقهٔ یک شهرداری، در تحقیق موجود پهنهٔ مناسب، ولی در سایر تحقیقات، منطبق بر پهنهٔ آسیب‌پذیر است. ولی قسمت‌های جنوبی محدودهٔ مطالعاتی که منطقهٔ سه شهرداری است، در هر سه مدل جزء پهنه‌های مناسب و با آسیب‌پذیری کم ارزیابی شده است. این پهنه‌ها و نواحی، شهرک‌های تازه‌ساخت بهاران، ساحلی، ویلاشهر، پیام و... را شامل می‌شوند که متأثر از شیب مناسب، دسترسی آسان و فاصله از نواحی مستعد خطر در برنامه‌ریزی آیندهٔ شهری سنندج، باید توجه بیشتری به آن‌ها معطوف شود. به‌عنوان نتیجهٔ نهایی می‌توان گفت مطالعهٔ حاضر با دید مقایسه‌ای و سیستمی در نظام مدیریت شهری سنندج کارا بوده و می‌تواند الگویی برای سایر نواحی باشد.

منابع

پرورش، حسین؛ دهقانی، محسن؛ نوحه‌گر، احمد (۱۳۸۹)، «مقایسهٔ روش آمایش فیزیکی (ژئومرفولوژی) و روش آمایش سرزمین جهت ارزیابی توان اکولوژیکی حوزهٔ آبخیز نساء در استان هرمزگان»، *مجلهٔ آمایش سرزمین*، شمارهٔ ۲، دورهٔ ۲، ص ۵۰-۲۷.

حبیبی، کیومرث؛ پوراحمد، احمد (۱۳۸۴)، *طرح جامع شهر سنندج*، سنندج: انتشارات دانشگاه کردستان.

زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰)، «کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای»، *نشریهٔ هنرهای زیب*، شمارهٔ ۱۰، ص ۲۱-۱۳.

زیاری، کرامت‌الله (۱۳۸۳)، *برنامه‌ریزی شهرهای جدید*، چاپ چهارم، تهران: سمت.

ستایشی نساز، حسن؛ روستایی، شهرام؛ عمرانی دورباش، مجتبی؛ زارع پیشه، نرگس (۱۳۹۳)، «بررسی تنگناهای ژئومورفولوژیکی و تأثیر آن بر توسعهٔ فیزیکی شهر با استفاده از GIS و روش AHP (مطالعهٔ موردی: شهر گیوی)»، *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، سال دوم، شمارهٔ ۴، ص ۱۶-۱.

شناور، بامشاد؛ حسینی، سید محسن؛ اورک، ندا (۱۳۹۵)، «ارزیابی توان سرزمین به‌منظور استقرار کاربری توسعهٔ شهری با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLS) در محیط سامانهٔ اطلاعات مکانی (GIS)، (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز زرد خوزستان)»، *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، دورهٔ هجدهم، شمارهٔ ۳، ص ۱۱۴-۹۸.

قرخلو، مهدی؛ پورخباز، حمیدرضا؛ امیری، محمدجواد؛ فرجی سبکبار، حسنعلی (۱۳۸۸)، «ارزیابی توان اکولوژیک قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه شهری با استفاده از RS و GIS»، *مجلهٔ مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، سال اول، شمارهٔ ۶۸، ص۶۸-۵۱.

قنواتی، عزت اله؛ دلفانی گودرزی، فاطمه (۱۳۹۲)، «مکان‌یابی بهینهٔ توسعهٔ شهری با تأکید بر پارامترهای طبیعی با استفاده از مدل تلفیقی فازی/ AHP»، *دوفصلنامهٔ ژئومورفولوژی کاربردی ایران*، سال اول، شمارهٔ اول، ص ۶۰-۴۵.

کرم، امیر؛ قلی‌زاده، آیلا؛ آقا علیخانی، مرضیه (۱۳۹۲)، «تعیین پهنه‌های مناسب برای توسعهٔ شهری با استفاده از پارامترهای طبیعی (مطالعهٔ موردی: شهرستان ماکو)»، *فصلنامهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی‌شهری چشم‌انداز زاگرس*، سال پنجم، شمارهٔ ۱۵، ص ۱۵۹-۱۴۷.

نیری، هادی؛ خالق‌پناه، کمال؛ کرمی، محمدرضا؛ احمدی، خه‌بات، *نشریهٔ علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری*، سال ۲۰، شمارهٔ ۵۷، ص ۲۹۴-۲۷۷.

مالچفسکی، یاچک (۱۳۹۲)، *سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری*، ترجمهٔ اکبر پرهیزگار و عطا غفاری، چاپ دوم، تهران: سمت.

میرکتولی، جعفر؛ حسینی، سید محمدحسن (۱۳۹۳)، «ارزیابی تناسب میان‌بافتی شهر گرگان برای توسعهٔ میان‌افزا با استفادهٔ ترکیبی از AHP و GIS»، *فصلنامهٔ علمی- پژوهشی مطالعات شهری*، شمارهٔ نهم، ص۸۰-۶۹.

نوروزی خطیری، خدیجه؛ امیدوار، بابک؛ ملک محمدی، بهرام؛ گنجه‌ای، سجاد (۱۳۹۲)، «تحلیل ریسک مخاطرات چندگانهٔ شهری در اثر سیل و زلزله (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ بیست تهران)»، *مجلهٔ جغرافیا و مخاطرات محیطی*، شمارهٔ هفتم، ص ۶۸-۵۳.

امینی ورکی، سعید؛ مدیری، مهدی؛ شمسایی زفرقندی، فتحاله؛ قنبری‌نسب، علی (۱۳۹۳)، «شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو»، *دوفصلنامهٔ علمی و پژوهشی مدیریت بحران*، ص ۱۸-۵.

صفاری، امیر؛ کرم، امیر؛ مرادی، عیسی؛ زنگنه، سمیه (۱۳۹۳)، «کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی کالبدی سکونتگاه‌های شهری و روستایی، مطالعهٔ موردی: شهر اراک»، اولین همایش ملی علوم جغرافیایی ایران، تهران.

نگارش، حسین (۱۳۸۲)، «کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها و پیامدهای آن»، *مجلهٔ جغرافیا و توسعه*، دورهٔ ۱، شمارهٔ پیاپی۱، ص ۱۵۰-۱۳۳.

Adeli, Zahra., Khorshiddost, Alimohammad., (2011), «Application of Geomorphology in Urban planning: Case study in Landfill site selection». Procedia Social and Behavioral Sciences, 19: 662-667.

Costea, Marioara., (2016), Landforms and urban development, An example of urban geomorphology from Romania (Sibiu, Transylvania), Brukenthal, Acta Musei, 11, 3: 491-506.

Ahadnejad, Vahid., Hirt, Ann. Marie., Alizadeh, Hassan., (2016), «Geological constraints on sustainable urban growth and management of the metropolis of Tehran, Iran». Special Paper of the Geological Society of America, 520: 273-286.

Tolga, Ethem., Demircan, Levent., Kahraman, Cengiz., (2005), «Operating system selection using fuzzy replacement analysis and analytic hierarchy process». Journal Production economics, 97: 1,89-117.

Laribi, Abdallah., Walstra, Jan., Ougrine,Moussa., Seridi, Ahcene., Dechemi,Noureddin., (2015), «Use of digital photogrammetry for the study of unstable slopes in urban areas: Case study of the El Biar landslide», Algiers. Engineering Geology, 187: 73-83.

Del Monte,Maurizio., Daorefic, Maurizio., Luberti, Gian. Marco., Marini, Roberto., Pica,Alessia., Vergari,Francesca., (2016), «Geomorphological classification of urban landscapes: the case study of Rome (Italy)». Journal of Maps, 12: 178-189.

Fernandez, Veronica, Botero., (2009) , Geo-information for measuring vulnerability to earthquake: a fitness for use approach. PhD thesis, ITC, Netherland.

Thapa, Rajesh. Bahadur., (2012), «Monitoring landscape change in Kathmandu metropolitan region using multi-temporal satellite imagery. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering», Volume 8528, Article number 85281P.

Tran,Van, Troung., Pham, Van, Cu., Laffly,Dominique., (2016),«Urban expansion and landscape change analysis using remote sensing and survey: A case study in Ha Long bay area,Vietnam». 8th International Conference on Knowledge and Systems Engineering, KSE, Article number 7758073: 315-320.

Sudhira, H, S., Ramachandra , T,V., jagadish, K,S., (2004), «urban spraw1: metrics, dynamics and modelling using GIS». international journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,5,1: 29-39.

Chang, N,B., Parvathinathan, G., Breeden, J,B., (2008), «Combing GIS with Fuzzy malticriteria decicsion making for landfill siting in a fast growing urban region». Jornal of Environmental management. 87: 139 -153.

Liu, Yan Sui., Wang, Jie, Yong, Guo, Li Ying., (2006), «GIS- Based assessment of land suitability for optimal Allocation in the qinling mountains, china». Pedosphere, 16: 579-586.

Burak, Guneralp., Inci, Guneralp., Liu, Ying., (2015), «Changing global patterns of urban exposure to flood and drought hazards». Global Environmental Change, 31: 217-225.